

Pengembangan *Virtual Laboratory* Sistem Ekskresi dalam Meningkatkan Motivasi Belajar Siswa SMA

Widi Cahya Adi, Suratno, Mochammad Iqbal

Pendidikan MIPA, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Jember
Jalan Kalimantan 37, Jember 68121. E-mail : widicahyaadi@gmail.com.

Abstract: The purpose of research is to develop a Virtual Laboratory excretory system and determine the effect in improving students' motivation in class XI SMAN 2 Bondowoso. The development study refers to the development model Reflective, Recursive, Design, and Development (R2D2), afterward the product test performed by a quasi-experimental methods. The data collection was conducted by interview, validation expert, and ARCS questionnaires. The product validation result by material experts, development expert of teaching materials, flash media experts, and practitioners shows the percentage 93.05%, 90.62%, 94.16%, 93.88% ("Excellent"). The trial results showed that the Virtual Laboratory on excretion system improves significantly effect ($p = 0.00$) towards the students in class XI SMAN 2 Bondowoso motivation.

KeyWords: *Virtual Laboratory, R2D2, learning motivation, ARCS*

Abstrak: Tujuan penelitian adalah mengembangkan *Virtual Laboratory* sistem ekskresi dan meneliti pengaruhnya dalam meningkatkan motivasi belajar siswa kelas XI di SMAN 2 Bondowoso. Penelitian pengembangan mengacu pada model *Reflective, Recursive, Design, and Development* (R2D2), selanjutnya uji produk dilakukan dengan metode kuasi eksperimen. Pengumpulan data dilakukan dengan wawancara, validasi ahli, dan angket ARCS. Hasil validasi produk oleh ahli materi, ahli pengembangan bahan ajar, ahli media *flash*, dan praktisi lapangan menunjukkan persentase hasil berturut-turut 93,05%, 90,62%, 94,16%, 93,88% ("sangat baik"). Hasil uji coba menunjukkan *Virtual Laboratory* sistem ekskresi berpengaruh meningkatkan secara signifikan ($p=0,00$) terhadap motivasi belajar siswa kelas XI di SMAN 2 Bondowoso.

Kata kunci: *Virtual Laboratory, R2D2, Motivasi Belajar, ARCS*

Biologi adalah salah satu bidang sains yang memberikan berbagai pengalaman belajar seperti memahami konsep dan proses sains (Nuryani, 2005; Mastika dkk, 2014). Proses sains dalam biologi dapat meliputi kegiatan observasi, eksperimen, dan analisis rasional sehingga dihasilkan fakta dan konsep (Yuniarti, 2012). Pentingnya proses sains dalam pembelajaran biologi juga tercermin dari tuntutan kurikulum 2013 yakni pada beberapa kompetensi dasar yang mengharuskan adanya kegiatan pengamatan, percobaan, dan simulasi (Kemendikbud, 2013), tuntutan kegiatan tersebut harus dilakukan agar dapat mencapai tujuan pembelajaran yang diharapkan kurikulum 2013. Namun, ada beberapa masalah yang sering muncul

dalam melaksanakan proses sains yang biasanya dilakukan dalam kegiatan pratikum, misalnya keadaan laboratorium yang kurang mendukung karena keterbatasan alat dan bahan (biaya), keterbatasan waktu belajar (Yuniarti, 2012; Muhamad, 2012), dan adanya resiko kecelakaan (Muhamad, 2012). Adanya permasalahan tersebut, mengakibatkan beberapa sekolah tidak melaksanakan tuntutan KD tersebut.

SMAN 2 Bondowoso merupakan salah satu sekolah yang kesulitan dalam pelaksanaan kegiatan praktikum biologi, Hasil wawancara menyatakan bahwa SMAN 2 Bondowoso belum melaksanakan kegiatan praktikum khususnya pada materi fisiologi manusia pokok bahasan sistem ekskresi bagi siswa kelas XI, karena pokok bahasan sistem ekskresi

bersifat abstrak, sehingga sulit untuk dipraktikumkan. Selain itu SMAN 2 Bondowoso juga sulit mendapatkan media yang efektif dalam menyampaikan materi pada pokok bahasan sistem ekskresi, sedangkan KD 3.9 menuntut adanya kegiatan pengamatan, percobaan dan simulasi. Permasalahan lain yang muncul berdasarkan hasil wawancara di SMA Negeri 2 Bondowoso menunjukkan bahwa motivasi belajar siswa masih cukup rendah khususnya pada materi fisiologi hewan pokok bahasan sistem ekskresi. Hal ini dikarenakan materi tersebut bersifat abstrak sehingga siswa sulit mengerti.

Solusi yang dapat diterapkan dalam mengatasi permasalahan tersebut adalah dengan menerapkan media pembelajaran. Media pembelajaran adalah alat bantu yang digunakan untuk memperagakan fakta, konsep, prinsip atau prosedur tertentu agar tampak lebih nyata/ konkrit (Sujoko, 2013), selain itu media juga dapat meningkatkan motivasi dan hasil belajar siswa (Sudjana dan Rivai, 2010). *Virtual Laboratory* merupakan salah satu media yang dapat digunakan dalam pembelajaran biologi. *Virtual Laboratory* merupakan media interaktif yang dapat mensimulasikan kegiatan di laboratorium seakan-akan pengguna berada pada laboratorium yang sebenarnya (Wahyuni, 2010; Muladi dkk, 2011; Jaya, 2012), selain itu *Virtual Laboratory* dapat mengatasi masalah dalam pembelajaran dengan mensimulasikan materi yang sulit untuk dipraktikumkan seperti materi dengan konsep dan obyek yang abstrak (Yuniarti dkk, 2012; Putra, 2014). Selanjutnya, *Virtual Laboratory* juga dapat menarik perhatian siswa sehingga dapat mendorong motivasi belajar siswa (Liem, 2010). Berdasarkan hal tersebut perlu dikembangkan *Virtual Laboratory* pada pokok bahasan sistem ekskresi sehingga mampu mengatasi permasalahan pembelajaran biologi serta mampu meningkatkan motivasi belajar siswa kelas XI di SMAN 2 Bondowoso

METODE

Penelitian ini adalah penelitian *Research and Development* yang akan mengembangkan produk berupa *Virtual Laboratory* sistem ekskresi dengan mengacu model pengembangan *Reflective, Recursive, Design, and Development* (R2D2) (Willis, 1995), yang terdiri dari tahapan (1) pendefinisian, (2) perencanaan dan pengembangan, dan (3) penyebaran (Mustaji, 2012).

Tahap pendefinisian meliputi kegiatan penentuan tim partisipasi, pengidentifikasian masalah, perumusan pentingnya melakukan pengembangan, serta penentuan spesifikasi media yang akan dikembangkan. Kegiatan pendefinisian diawali dengan pembentukan tim, selanjutnya bekerjasama dalam mengidentifikasi permasalahan di SMAN 2 Bondowoso. Identifikasi masalah dilakukan dengan cara menganalisis permasalahan berdasarkan analisis kurikulum dan analisis siswa. Hasil identifikasi masalah menunjukkan bahwa kelas XI SMAN 2 Bondowoso memiliki kendala dalam pembelajaran biologi, yakni masih belum terlaksananya kegiatan pengamatan, percobaan, dan simulasi pada pokok bahasan sistem ekskresi, sedangkan kegiatan tersebut merupakan tuntutan kurikulum 2013. Selain itu, hasil temuan juga menunjukkan kurangnya motivasi belajar siswa SMAN 2 Bondowoso terhadap pokok bahasan sistem ekskresi karena materi tersebut bersifat abstrak sehingga siswa sulit mengerti. Hasil temuan masalah tersebut kemudian dijadikan sebagai dasar diperlukannya pengembangan media belajar yang dapat mengatasi permasalahan tersebut. Media belajar yang akan dikembangkan berupa *Virtual Laboratory* sistem ekskresi.

Tahap Perencanaan dan Pengembangan meliputi kegiatan pemilihan format produk dan media, penyusunan garis besar isi media dan jabaran materi (GBIM dan JM), desain dan pengembangan produk, serta validasi ahli. Pemilihan format meliputi pemilihan screen, layout, typography, language, graphics, illustrations, sound, interpace design, dan scenario. Penyusunan GBIM dan JM meliputi kegiatan menyusun konten-konten serta materi yang akan ditampilkan dalam produk. Hasil pemilihan format dan penyusunan GBIM dan JM dijadikan dasar untuk mendesain dan mengembangkan produk. Produk dikembangkan dengan menggunakan software Adobe flash CS6 yang mampu mengintegrasikan gambar, suara, dan video menjadi sebuah simulasi. Selanjutnya, hasil akhir Virtual Laboratory di validasi oleh para ahli yang terdiri dari ahli materi, ahli pengembangan bahan ajar, ahli media flash, dan praktisi lapangan. Kegiatan validasi dilakukan dengan pengisian lembar validasi. Adanya kritik dan saran oleh para ahli akan dijadikan acuan untuk melakukan perbaikan dan Virtual Laboratory (kegiatan validasi secara berulang apabila hasil validasi dinyatakan tidak valid).

Tahap penyebarluasan dalam penelitian ini dilakukan dengan mengujicobakan produk *Virtual Laboratory* langsung pada siswa kelas XI SMAN 2 Bondowoso. Ujicoba produk dilakukan dalam penelitian kuasi eksperimen dan bertujuan untuk mengukur pengaruh *Virtual Laboratory* terhadap motivasi siswa kelas XI SMAN 2 Bondowoso. Sampel dalam penelitian ini adalah dua kelas dari tujuh kelas yang sebelumnya telah dilakukan uji homogenitas pada rata-rata nilai Ulangan Harian Biologi. Desain kuasi eksperimen sebagai berikut (Tabel 1.)

Tabel 1. Rancangan kuasi eksperimen

Kelas	Pre-Test	Perlakuan	Post-Test
Eksperimen	O ₁	X ₁	O ₂
Kontrol	O ₃	X ₂	O ₄

Keterangan:

X₁ : perlakuan dengan *Virtual Laboratory*

X₂ : perlakuan dengan media konvensional

O₁ : hasil *pre-test* kelas eksperimen

O₂ : hasil *post-test* kelas eksperimen

O₃ : hasil *pre-test* kelas kontrol

O₄ : hasil *post-test* kelas kontrol

Metode pengumpulan data diperoleh dari wawancara, validasi ahli, dan angket motivasi ARCS. Selanjutnya analisis data hasil validasi ahli menggunakan teknik analisa persentase dengan kriteria validitas (Tabel 2), sedangkan hasil angket ARCS dianalisis menggunakan analisis kovarian.

Tabel 2. Kriteria Validitas *Virtual Laboratory*

Persentase	Keterangan	Tindak lanjut
90 < SB = 100	Sangat Baik	Produk baru siap dimanfaatkan untuk kegiatan pembelajaran.
75 < B = 90	Baik	Produk dapat dilanjutkan dengan menambahkan sesuatu yang kurang, melakukan pertimbangan-pertimbangan tertentu, penambahan yang dilakukan tidak terlalu besar, dan tidak mendasar.
60 < C = 80	Cukup	Merevisi dengan meneliti kembali secara seksama dan mencari kelemahan-kelemahan produk untuk disempurnakan.
= 60	Kurang	Merevisi produk secara besar-besaran dan mendasar.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Deskripsi Produk *Virtual Laboratory*

Virtual Laboratory tentang sistem ekskresi merupakan produk yang dikembangkan dalam mengatasi permasalahan pembelajaran biologi di

SMAN 2 Bondowoso. *Virtual laboratory* dapat dijadikan sebagai media penunjang apabila kegiatan praktikum sesungguhnya sulit untuk dilaksanakan. *Virtual Laboratory* merupakan aplikasi dekstop sehingga dapat dioperasikan ada semua jenis *windows*. *Virtual laboratory* dilengkapi tombol navigasi sederhana seperti tombol *home*, *next*, *prev*, dan *close* sehingga memudahkan pengguna dalam mengoperasikannya. Tampilan awal *Virtual laboratory* sistem ekskresi menyajikan menu utama yang menampilkan semua konten (Gambar 1). Konten *Virtual Laboratory* sistem ekskresi terdiri dari konten *home*, KD, tujuan, materi, simulasi, kuis, dan daftar pustaka.

Konten KD berisikan kompetensi dasar yang harus dicapai (Gambar 2). KD yang ditampilkan dalam *Virtual laboratory* sistem ekskresi adalah KD 3.9 dan 4.10, KD tersebut merupakan KD yang mendasari pokok bahasan sistem ekskresi. Konten tujuan berisikan tujuan pembelajaran (Gambar 3). Tujuan pembelajaran yang ditampilkan merupakan penjabaran dari KD 3.9 dan 4.10, adanya tujuan pembelajaran dapat mempermudah siswa dalam memahami arti KD sehingga siswa mampu memahami tujuan pembelajaran yang ingin dicapai. Konten materi berisikan materi yang harus dipelajari siswa (Gambar 4), adanya konten materi bertujuan untuk memfasilitasi siswa dalam mencari sumber pengetahuan/teori tentang sistem ekskresi, materi disajikan dalam bentuk tulisan disertai gambar yang berasal dari sumber yang relevan sehingga siswa dapat mempelajari dengan mudah dan teori dapat dipastikan valid. Konten praktikum berisikan animasi dan simulasi beberapa alat dan bahan yang dapat digunakan dalam praktikum virtual (Gambar 5), adanya konten praktikum bertujuan untuk memfasilitasi siswa dalam melaksanakan praktikum secara virtual (simulasi) sesuai tuntutan KD 3.9 dan 4.10. Konten praktikum memiliki beberapa simulasi praktikum meliputi mekanisme kerja organ ekskresi (kulit, ginjal, hati, dan paru-paru) dan uji urine. Konten kuis berisikan pertanyaan untuk mengevaluasi pembelajaran yang telah dilakukan siswa (Gambar 6), adanya konten kuis bertujuan untuk mengukur kemampuan siswa setelah melakukan pembelajaran dengan menggunakan *Virtual laboratory* sehingga siswa langsung dapat umpan balik dari hasil belajarnya. Konten daftar pustaka berisikan rujukan dari isi materi, gambar, dan sumber simulasi.



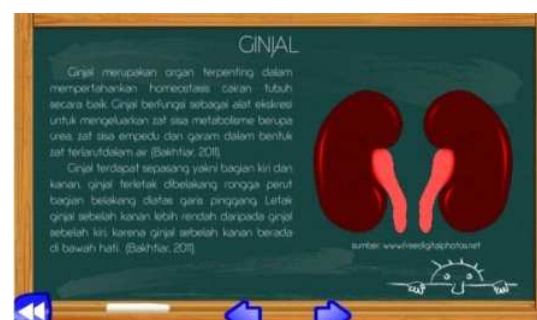
Gambar 1. Menu Awal



Gambar 2. Konten KD



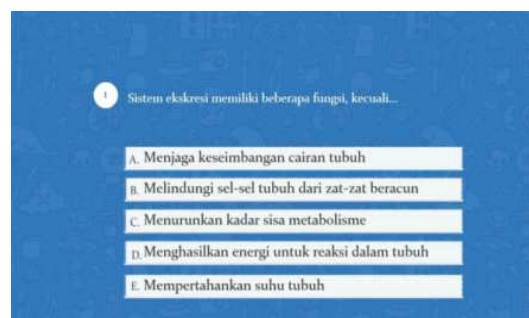
Gambar 3. Konten Tujuan



Gambar 4. Konten Materi



Gambar 5. Konten Praktikum



Gambar 6. Konten Kuis

Validitas Virtual Laboratory tentang sistem ekskresi

Hasil validasi ahli materi, ahli pengembangan, ahli multimedia, dan praktisi lapangan menunjukkan bahwa *Virtual Laboratory* sistem ekskresi sudah termasuk kategori “sangat baik” dengan skor masing-masing berturut-turut 93,05%, 90,62%, 94,16%, dan 93,88% (Tabel 3).

Hasil dan saran komentar para ahli (Tabel 4) dijadikan dasar perbaikan *Virtual laboratory*, misalnya perlu menambahkan item petunjuk praktikum, *background*, dan sumber rujukan. Adanya perbaikan bertujuan untuk menyempurnakan *Virtual laboratory* tentang sistem ekskresi.

Hasil validasi ahli secara kuantitatif menunjukkan bahwa bahwa *Virtual Laboratory* tentang sistem ekskresi yang telah dikembangkan sudah tergolong dalam kategori sangat baik. Selain itu hasil data kualitatif para ahli menunjukkan perlu adanya perbaikan dan penambahan komponen dalam *Virtual Laboratory* tentang sistem ekskresi. Adanya perbaikan/revisi berdasarkan saran dan komentar ahli telah dilakukan, sehingga didapatkan produk akhir *Virtual Laboratory* tentang sistem ekskresi yang sudah siap diterapkan di pembelajaran yang sesungguhnya.

Tabel 3. Hasil penilaian validator terhadap *Virtual Laboratory*

Validator	Aspek	Persentase	Kategori
Ahli Materi	a. cakupan materi	93,05%	Sangat Baik
	b. akurasi materi		
	c. kemutakhiran dan kontekstual		
	d. keaslian materi		
	e. keterampilan ilmiah		
	f. fungsi materi		
Ahli Pengembangan Bahan Ajar	a. teknik penyajian	90,62%	Sangat Baik
	b. pendukung penyajian		
	c. penyajian pembelajaran		
	d. komponen penyajian		
Ahli Media <i>Flash</i>	a. artistik dan estetika	94,16%	Sangat Baik
	b. kemudahan navigasi		
	c. fungsi keseluruhan		
Pengguna (Guru)	a. kesesuaian isi materi	93,88%	Sangat Baik
	b. penyajian		
	c. fungsi dalam pembelajaran		

Tabel 4. Hasil saran dan komentar validator

Validator	Saran dan Komentar
Ahli Materi	<i>Virtual Laboratory</i> sudah sesuai dengan siswa SMA, sehingga sudah siap digunakan tanpa harus ada revisi yang berarti.
Ahli Pengembangan Bahan Ajar	<i>Virtual Laboratory</i> sudah bagus, namun perlu adanya penambahan petunjuk praktikum yang ada didalam <i>Virtual Laboratory</i> (tidak hanya daam bentuk (kertas).
Ahli Media <i>Flash</i>	<i>Virtual Laboratory</i> sudah interaktif, namun perlu adanya penambahan <i>backsound</i> (musik, narasi (pengantar), suara, dll), rujukan gambar yang valid.
Pengguna (Guru)	<i>Virtual Laboratory</i> sudah bagus, cakupan materinya sudah sesuai kelas XI SMA.

Pengaruh *Virtual Laboratory* dalam Meningkatkan Motivasi Belajar Siswa

Hasil analisis kovarian menunjukkan bahwa hasil motivasi siswa antara kelas kontrol dan kelas eksperimen berbeda signifikan ($P=0,00$). Selanjutnya, rerata selisih motivasi awal dan akhir kelas eksperimen lebih tinggi (1,07) jika dibandingkan dengan kelas kontrol (0,32) (Tabel 5). Hasil tersebut menunjukkan bahwa *Virtual Laboratory* berpengaruh secara signifikan dalam meningkatkan motivasi belajar siswa. Peningkatan motivasi belajar siswa dapat dilihat dari peningkatan setiap aspek

Tabel 5. Hasil Perhitungan rerata selisih motivasi awal dan akhir siswa kedua kelas

Kelas	Jumlah Siswa	Rerata Motivasi Awal	Rerata Motivasi Akhir	Selisih Rerata
Kontrol	32	2,69	3,01	0,32
Eksperimen	32	2,47	3,54	1,07

motivasi yakni meliputi *Attention*, *Relevance*, *Confidence*, *Satisfaction* (ARCS).

Aspek *attention* siswa kelas eksperimen meningkat signifikan daripada kelas kontrol (1,47 vs 0,35; $p=0,00<0,05$). Meningkatnya *attention* siswa dikarenakan *Virtual Laboratory* tentang sistem ekskresi merupakan media baru bagi siswa, adanya hal baru (tidak biasa) dapat merangsang rasa ingin tahu dan minat siswa (Keller, 2000). Selain itu banyaknya variasi konten interaktif dalam *Virtual Laboratory* sistem ekskresi dapat mempertahankan perhatian siswa (Keller, 2000). Selanjutnya, adanya lingkungan interaktif juga dapat meningkatkan perhatian siswa (Hounshell dan Hill, 1989).

Aspek *relevance* siswa kelas eksperimen meningkat signifikan daripada kelas kontrol (0,67 vs 0,27; $p=0,00<0,05$). Meningkatnya *relevance* siswa dikarenakan *Virtual Laboratory* tentang sistem ekskresi memiliki konten KD, tujuan, materi dan simulasi praktikum. Adanya konten-konten tersebut akan memudahkan siswa dalam mengetahui tujuan belajar serta konsep yang harus dipahami siswa. Adanya kemudahan yang diperoleh siswa dalam mengaitkan materi yang sedang dipelajari dengan tujuan yang ingin dicapai (sesuai dengan kebutuhan) maka akan dapat meningkatkan motivasi siswa (Tuysuz, 2010), khususnya aspek *relevance* siswa (Keller, 2000) sehingga siswa juga akan mencapai keberhasilan dalam belajar (Limniou dkk., 2007).

Aspek *confidence* siswa kelas eksperimen meningkat signifikan daripada kelas kontrol (0,95 vs 0,30; $p<0,05$). Meningkatnya *confidence* siswa dikarenakan *Virtual Laboratory* sistem ekskresi memiliki konten KD dan tujuan yang jelas, selain itu terdapat konten simulasi praktikum dan kuis yang dapat dilakukan secara berulang-ulang sehingga apabila siswa melakukan kesalahan, mahasiswa dapat mengulangnya untuk mencari pemahaman yang benar, dengan demikian siswa percaya diri dengan pencapaiannya. Rasa percaya diri akan muncul apabila siswa memiliki tujuan yang jelas (Keller, 2000; Setyowati, 2007, selain itu rasa percaya diri siswa juga akan muncul karena adanya keberhasilan yang didapatkan (Keller, 2000).

Aspek *satisfaction* siswa kelas eksperimen meningkat signifikan daripada kelas kontrol (1,07 vs 0,37; $p<0,05$). Meningkatnya motivasi aspek *satisfaction* siswa dikarenakan *Virtual Laboratory* dapat memudahkan siswa dalam memahami konsep dan teori, serta mampu memverifikasi hipotesis

(Gorghiu, dkk., 2009). Selain itu, *Virtual Laboratory* juga memiliki konten kuis yang dapat digunakan sebagai alat evaluasi siswa setelah menggunakan media tersebut. Adanya konten kuis akan meningkatkan kepuasan siswa (Muladi dkk, 2011), hal ini dikarenakan adanya *feedback* yang dapat menciptakan suasana yang menyenangkan dan mempertinggi motivasi belajar serta sekaligus akan membangkitkan harga diri siswa (Keller 2000; Haryanto, 2012).

Secara keseluruhan *Virtual Laboratory* sistem ekskresi mampu meningkatkan motivasi belajar dari semua aspek ARCS. Meningkatnya motivasi siswa juga dikarenakan *Virtual laboratory* mampu menarik minat siswa (Rajaram, 2001; Putra, 2014), memudahkan siswa dalam hal penyediaan alat dan bahan karena sudah tersedia secara virtual (Liem, 2010), memberikan kebebasan siswa dalam melakukan praktikum virtual (Muladi dkk., 2011), memberikan kesenangan bagi siswa karena dapat mengulangi proses percobaan (Rajaram, 2001).

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Produk *Virtual Laboratory* sistem ekskresi telah di validasi dan dari seluruh ahli menyatakan bahwa *Virtual Laboratory* sistem ekskresi sudah termasuk dalam kategori sangat baik sehingga sudah siap untuk digunakan dalam kegiatan pembelajaran sebenarnya. Hasil ujicoba pada siswa kelas XI SMA Negeri 2 Bondowoso menunjukkan bahwa *Virtual Laboratory* sistem ekskresi mampu meningkatkan motivasi belajar siswa secara signifikan.

Saran

Saran bagi guru supaya dapat berinovasi dalam pembelajaran seperti mengembangkan media *Virtual Laboratory* untuk mengatasi permasalahan pembelajaran sesuai dengan tuntutan KD, selain itu *Virtual Laboratory* jga dapat meningkatkan motivasi belajar siswa. Bagi peneliti lain yang akan melakukan penelitian sejenis bisa mengembangkan *Virtual Laboratory* pada materi lain, dengan memperhatikan kesesuaian antara materi dengan kebutuhan dalam pembelajaran. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi bahan pertimbangan untuk melakukan kegiatan penelitian selanjutnya.

DAFTAR RUJUKAN

- Arikunto, S. 2002. *Prosedur penelitian Suatu Pendekatan Praktek*. Jakarta : PT Rineka Cipta
- Gorghiu, L. M., Gorghiu, G., Alexandrescu, T. & Borcea, L. 2009. Exploring Chemistry Using Virtual Instrumentation - Challenges and Successes. *Research, Reflections and Innovations in Integrating ICT in Education*: 371-375
- Hounshell, P., B. & Hill, S., R. 1989. The Microcomputer and Achievement and Attitudes in High School Biology. *Journal of Research in Science Teaching*, 26 (6): 543-549.
- Jaya, H. 2012. Pengembangan Laboratorium virtual untuk kegiatan praktikum dan memfasilitasi pendidikan karakter di SMK. *Jurnal Pendidikan Vokasi*, 2 (1):81-90
- Keller, J. 2000. How to integrate learner motivation planning into lesson planning: The ARCS model approach. Makalah diseminarkan pada Semanario VII, Santiago, Cuba, February, 2000.
- Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan. 2013. *Pedoman Kegiatan Pendampingan Implementasi Kurikulum 2013 bagi Pengawas Sekolah, Kepala Sekolah, dan Guru Inti*. Jakarta: Pusbang Tendik Kemdikbud.
- Liem, I., dkk. 2010. Pemodelan Laboratorium Virtual Sains. *Jurnal Politeknik Informatika*, 1 (1).
- Limniou, M., Papadopoulos, N., Giannakoudakis, A., Roberts, D. & Otto, O. 2007. *The Integration Of A Viscosity Simulator In A Chemistry Laboratory Chemistry, Education Research and Practice*, 8 (2): 220-231.
- Mastika, i. N., Adnyana, I. B. P., Setiawan, I. G. N. A. 2014. Analisis Standarisasi Laboratorium Biologi daam Proses Pembelajaran di SMA Negeri Kota Denpasar. *e-Journal Program Pascasarjana Universitas Pendidikan Ganesha Program Studi* 4.
- Muhamad, M., Zaman, H. B., Ahmad, A. 2012. Virtual Biology Laboratory (Vlab-Bio) : Scenario Based Learning Approach. *Procedia social and behavioral sciences*, 69: 162-168
- Muladi., Fahmi, A., Ahmad, A. 2011. Pengembangan Laboratorium biologi virtual berbasis multimedia interaktif. *Seminar on electrical, informatics and education*, 3 (10): a65
- Mustaji. 2012. Desain Pembelajaran dengan Model R2D2. (Online) (<http://pasca.tp.ac.id/site/desain-pembelajaran-dengan-model-r2d2>), diakses tanggal 20 Januari 2015

- Nuryani, R. 2005. *Strategi Belajar Mengajar Biologi*. Malang: Universitas Negeri Malang
- Putra, N. C. P. 2014. *Efektivitas Penggunaan Virtual Lab PHET Berbantuan LKS Melalui Metode Role Playing Pada Pembelajaran Gas Ideal Terhadap Hasil Belajar Siswa Kelas XI SMA Negeri 1 Wirosari*. Skripsi tidak diterbitkan. Semarang : Universitas PGRI Semarang
- Rajaram, S., Ivan, M. 2001. *VIBE: Virtual Biology Experiments*. (Online) (<http://www.caiprutgets.edu/disciple.html>), diakses tanggal 11 Januari 2015
- Setyowati. 2007. *Pengaruh Motivasi Belajar Terhadap Hasil belajar siswa kelas VII SMPN 13 Semarang*. Skripsi tidak diterbitkan. Semarang : Universitas Negeri Semarang
- Sudjana, N. dan Rivai, A. 2010. *Media pengajaran*. Bandung: Sinar Baru Algensindo
- Sujoko. 2013. *Pemanfaatan Teknologi Informasi dan Komunikasi sebagai Media Pembelajaran di SMP Negeri 1 Geger Madiun*. *Jurnal Kebijakan dan Pengembangan Pendidikan*, 1 (1):71-77.
- Tuysuz, C. 2010. The Effect of the Virtual Lab. on Students' Achievement and Attitude in Chemistry. *International Online Journal of Educational Sciences*, 2 (1): 37-53.
- Wahyuni, S. 2010. Pengaruh Jenis Laboratorium Terhadap Respon Siswa. *Jurnal pendidikan MIPA dan MIPA (Saintifika)*, 11 (1) : 74-86
- Willis, J. 2009. *A General Set of Procedures for C-ID: R2D2*. In J. Willis (Ed.), *Constructivist Instructional Design (C-ID): Foundations, Models, and Examples*. Charlotte: Information Age Publishing
- Yuniarti, F., Dewi, P., Susanti, R. 2012. Pengembangan Virtual Laboratory Sebagai Media Pembelajaran Berbasis Komputer Pada Materi Pembiakan Virus. *Unnes Journal of biology education*, 1 (1):27.